

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-44112
(P2001-44112A)

(43)公開日 平成13年2月16日(2001.2.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 3 A 5 F 0 4 6
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-215987

(22)出願日 平成11年7月29日(1999.7.29)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 加藤 勝弘

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

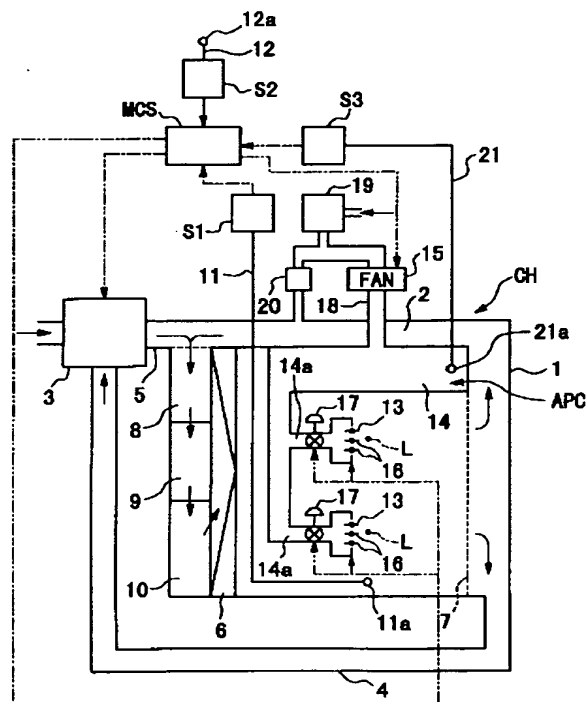
Fターム(参考) 5F046 AA22 CC01 CC16 DA07 DA27
DB03 DB05 DB11 DC09 DC12
DC14

(54)【発明の名称】 気圧制御方法および装置、これを用いたレーザ計測装置および露光装置

(57)【要約】

【課題】 気圧制御方法および装置、これを用いたレーザ計測装置および露光装置において、より高精度な座標測定を行うこと。

【解決手段】 光ビームの光路L周囲の気圧の変動に応じて、光路周囲を流れる気体流の流速を調整、変化させることにより、光路上の気体流の流速を制御でき、それに伴って光路上の気圧を高精度に制御することができる。そして、この技術を、計測対象物の位置を計測するレーザ計測装置に用いることにより、測定用の光ビームの光路上における気圧変動が抑制されてレーザ光による高精度な位置計測を行うことが可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームの光路上の気圧を制御する気圧制御方法であって、

前記光路周囲の気圧の変動に応じて、前記光路周囲を流れる気体流の流速を調整し、前記光路上の気圧を制御することを特徴とする気圧制御方法。

【請求項 2】 光ビームは、チャンバ内に配置された可動部の移動量又は位置を計測する位置計測装置の測定用ビームであり、

前記気体流の流速は、前記チャンバ内に設けた気圧センサの測定値に基づいて調整されることを特徴とする請求項 2 記載の気圧制御方法。

【請求項 3】 チャンバ内で任意の計測に用いられる光ビームの光路上の気圧を制御する気圧制御方法であって、

前記光路の周囲の気体を送風または吸引するとともに、前記チャンバ内の気圧の変動量に基づいて前記気体の送風量又は吸収量を変えて前記光路上の気圧を一定にすることを特徴とする気圧制御方法。

【請求項 4】 チャンバ内で任意の計測に用いられる光ビームの光路上の気圧を制御する気圧制御装置であって、

前記光路の周囲の気体を送風または吸引する気体流発生部と、

前記チャンバ内の気圧を測定するチャンバ気圧センサと、

該チャンバ気圧センサの測定結果に基づいて前記気体流発生部の送風量又は吸収量を制御する制御機構とを備えることを特徴とする気圧制御装置。

【請求項 5】 前記気体流発生部は、前記チャンバ内と異なる気圧に設定され、前記チャンバ内と連通する開口部を備える差圧室と、

該差圧室の気圧を変える気圧可変機構と、

前記差圧室内の気圧を測定する差圧室気圧センサとを備え、

前記制御機構は、前記差圧室気圧センサで測定した差圧室内の気圧と前記チャンバ気圧センサで測定した前記チャンバ内の気圧との差圧が一定になるように前記気圧可変機構を制御することを特徴とする請求項 4 記載の気圧制御装置。

【請求項 6】 前記気圧可変機構は、前記チャンバの外部に配され差圧室内への気体の送風量を変えることがで

$$\Delta \lambda / \lambda = (0.93 \Delta T + 0.27 \Delta P - 0.0098 \Delta H) \times 10^{-6} \cdots (1)$$

【0 0 0 4】 このとき、測定寸法 L に対する測定誤差

$$\Delta L = L \times (\Delta \lambda / \lambda)$$

例えば、測定寸法 L = 5 0 0 mm に対して、仮に、測定誤差 $\Delta L < 1$ mm を許容するためには、

$$\Delta T < 0.022^\circ\text{C}, \Delta P < 0.074\text{hPa}, \Delta H < 2.01\%$$

(各パラメータの算出は、他のパラメータを便宜上固定して行ったもの) でなければならない。

きる可変送風源または差圧室内からの気体の吸引量を変えることができる可変吸引源を備えていることを特徴とする請求項 5 記載の気圧制御装置。

【請求項 7】 前記気圧可変機構は、前記差圧室の開口部に設けられ該開口部の開口面積を変える可変シャッタまたは開口部近傍の気体の流路に設けられ該流路の流路断面積を変える可変バルブの少なくとも一方を備えていることを特徴とする請求項 6 記載の気圧制御装置。

【請求項 8】 移動可能な計測対象物と、基準部とに光ビームをそれぞれ投射し、反射した互いの反射光を干渉させて計測対象物の位置を計測するレーザ計測装置であって、

請求項 4 から 7 のいずれかに記載の気圧制御装置を備えていることを特徴とするレーザ計測装置。

【請求項 9】 露光光をマスクに照射して該マスク上のパターンを基板表面に投影し露光する露光装置であって、

前記マスクを載置する移動可能なマスクステージと、

前記基板を載置する移動可能な基板ステージと、

前記マスクステージまたは前記基板ステージの少なくとも一方の位置を計測する請求項 8 記載のレーザ計測装置とを備えていることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高精度な座標測定等を行うために用いられる気圧制御方法および装置、これを用いたレーザ計測装置および露光装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 露光装置におけるステージの位置計測や基板等のアライメント等に用いられる座標測定ではレーザ干渉計を用いて座標測定が行われている。従来より、この干渉計による測定精度向上のためには、光ビーム（レーザ光）の光路上における環境の安定性（光路中の温度、気圧、湿度安定性）が重要であることが知られている。

【0 0 0 3】 すなわち、レーザ干渉計の光ビーム光路中に空気揺らぎが生じると、光路の空気屈折率が変化し、光ビームの波長が変化して測定精度が低下する。例えば、光路中の空気環境が微量変動したとき、温度 ΔT (°C)、気圧 ΔP (hPa)、湿度 ΔH (%) の変動に対して、レーザ波長 λ の相対的変化量 $\Delta \lambda / \lambda$ は近似的に次の式 (1) で表すことができる。

は、次の式 (2) となる。

$$\cdots (2)$$

【0 0 0 5】 したがって、高精度の再現性を得るためには、測定環境の制御が不可欠であり、制御の容易性の順番から、温度、湿度が制御されている。すなわち、従来の座標測定では、高精度チャンバにより測定環境が制御され、チャンバ内の温度は、 $\pm 1/100^\circ\text{C}$ 、湿度は 0.4% 以

内でコントロールされている。このような測定環境下の中では、測定誤差量自体が微量に抑えられている。

【0006】レーザ波長 λ の相対的变化量 $\Delta\lambda/\lambda$ を近似式より求め、測定寸法 $L=50\text{mm}$ に対しての測定誤差 ΔL を求めると、 $\Delta T=\pm 1/100^\circ\text{C}$ に対しては $\Delta L=0.93\text{nm}$ 、 $\Delta H=0.4(\%)$ に対しては $\Delta L=0.19\text{nm}$ となる。実際の湿度測定では、湿度コントローラによる湿度変動が1桁小さい $\Delta H=0.04(\%)$ であり、補正する測定誤差は $\Delta L=0.019\text{nm}$ となり、湿度変動によるレーザ波長 λ の相対的变化量は無視できる程度のものであることが解る。したがって、問題となるのは、 $\pm 1/100(^\circ\text{C})$ 温度変動と気圧変動に伴う誤差である。特に、高精度チャンバでの温度制御能力は $\pm 1/100^\circ\text{C}$ が限界である。

【0007】そこで、従来は、上記の理論式(1)の観点から、気圧制御チャンバによる気圧制御、すなわち気密室内に外気気圧との間に一定のオフセット気圧を作用させて、外気気圧の短周期変動を 0.074hPa 以下に制御することにより、測定誤差の低減を図る方法が提案されている。また、チャンバ内部に設置した測定器の照明系や電気処理系の発熱等が、空気揺らぎの原因になり、光路の屈折率変動を引き起こしていることから、干渉計光路の空気揺らぎを緩和させるため、複数台のDCファンモータで送風を行っていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の気圧制御手段では、座標測定再現精度を、目標とされる $2\text{nm}(3\sigma)$ 未満にすることができなかった。すなわち、送風を行っているファンの種類にもよるが、ファン後部のモータから発生するファンモータ熱やファンの羽根の回転による雑音が空気揺らぎや電気信号ノイズ成分となり、測定誤差量を低減させることができなかった。このように外気気圧の変動とは別の原因によって、チャンバ内の気圧が変動してしまい、従来の気圧制御チャンバによるチャンバ内の気圧制御では限界があった。

【0009】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたもので、より高精度な座標測定ができる気圧制御方法および装置、これを用いたレーザ計測装置および露光装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するために以下の構成を採用した。すなわち、図1から図3とに対応づけて説明すると、請求項1記載の気圧制御方法では、光ビームの光路(L)上の気圧を制御する気圧制御方法であって、前記光路周囲の気圧の変動に応じて、前記光路周囲を流れる気体流の流速を調整し、前記光路上の気圧を制御する技術が採用される。

【0011】この気圧制御方法では、光路(L)周囲の気圧の変動に応じて、光路周囲を流れる気体流の流速を調整、変化させることにより、光路上の気体流の流速を

制御でき、それに伴って光路上の気圧を高精度に制御することができる。

【0012】請求項3記載の気圧制御方法では、チャンバ(CH)内で任意の計測に用いられる光ビームの光路(L)上の気圧を制御する気圧制御方法であって、前記光路の周囲の気体を送風または吸引するとともに、前記チャンバ内の気圧の変動量に基づいて前記気体の送風量又は吸収量を変えて前記光路上の気圧を一定にする技術が採用される。

【0013】また、請求項4記載の気圧制御装置では、チャンバ(CH)内で任意の計測に用いられる光ビームの光路(L)上の気圧を制御する気圧制御装置(APC)であって、前記光路の周囲の気体を送風または吸引する気体流発生部と、前記チャンバ内の気圧を測定するチャンバ気圧センサ(S1)と、該チャンバ気圧センサの測定結果に基づいて前記気体流発生部の送風量又は吸収量を制御する制御機構(MCS)とを備える技術が採用される。

【0014】これらの気圧制御方法および装置では、光路(L)の周囲の気体を送風または吸引するとともに、チャンバ(CH)内の気圧の変動量に基づいて気体の送風量又は吸収量を制御するので、光路上を局所的に気圧制御でき、チャンバ内全体の気圧を一定に制御しようとする場合に比べて、高精度に光路上の気圧変動を抑制して光路上の気圧を一定に保持することができる。

【0015】請求項8記載のレーザ計測装置では、移動可能な計測対象物(WST)と、基準部(PL)とに光ビームをそれぞれ投射し、反射した互いの反射光を干渉させて計測対象物の位置を計測するレーザ計測装置であって、請求項4から7のいずれかに記載の気圧制御装置(APC)を備えている技術が採用される。

【0016】このレーザ計測装置では、請求項4から7のいずれかに記載の気圧制御装置(APC)を備えているので、光ビームの光路上における気圧変動が抑制されてレーザ光による高精度な位置計測を行うことが可能になる。

【0017】請求項9記載の露光装置では、露光光をマスク(R)に照射して該マスク上のパターンを基板

(W)表面に投影し露光する露光装置であって、前記マスクを載置する移動可能なマスクステージ(RST)と、前記基板を載置する移動可能な基板ステージ(WST)と、前記マスクステージまたは前記基板ステージの少なくとも一方の位置を計測する請求項8記載のレーザ計測装置(LM)とを備えている技術が採用される。

【0018】この露光装置では、マスクステージ(RST)または基板ステージ(WST)の少なくとも一方の位置を計測する請求項8記載のレーザ計測装置(LM)を備えているので、気圧変動の影響が抑制されてマスクまたは基板を高精度に座標測定および位置決めすることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る気圧制御方法および装置、これを用いたレーザ計測装置および露光装置の一実施形態を、図1から図3を参照しながら説明する。

【0020】図1は、本実施形態における露光装置の全体構成を概略的に示す図であり、いわゆるステップ・アンド・リピート方式又はステップ・アンド・スキャン方式の露光装置を示している。この露光装置では、レチクルRがレチクルステージRSTに保持された状態で、露光用照明系ILSからの露光光で均一に照明される。レチクルRに描画されているパターンは、投影光学系PLを介して感光剤の塗布されたウエハW上に結像投影される。

【0021】ウエハWは、投影光学系（基準部）PLの光軸AXに対して垂直な面内で2次元移動するウエハステージ（計測対象物、可動部）WST上に載置される。図1において、ウエハステージWSTは、図中の左右方向と紙面と垂直な方向とのそれぞれについてベース上を移動するものである。なお、レチクルステージRSTと投影光学系PLとは、ウエハステージWSTのベース部と一体になったコラム（図省略）に取り付けられている。

【0022】また、この露光装置では、TTR（スルー・ザ・レチクル）方式のアライメント系AA1又はTTL（スルー・ザ・レンズ）方式のアライメント系AA2が設けられている。アライメント系AA1は、レチクルRを投影光学系PLの光軸AXに対して位置合わせしたり、投影光学系PLを介してウエハWとレチクルRとを位置合わせしたりするためのものであり、アライメント系AA2は、投影光学系PLを介してウエハWを位置合わせするためのものである。これらのアライメント系AA1、AA2による各種アライメント情報は、主制御系（制御機構）MCSへ送られ、ウエハステージWSTの正確な位置決めのための目標値算出に使われる。

【0023】また、ウエハステージWSTの位置を計測するために、レーザ干渉計IFMと、該レーザ干渉計IFMに用いられる光ビーム（測定用ビーム）の光路上の気圧を制御する気圧制御装置APCとを備えたレーザ計測装置（位置計測装置）LMが設けられている。

【0024】レーザ干渉計IFMは、強度変調型の光波干渉計であって、該強度変調型の干渉計は、周波数安定化されたコヒーレントな平行光束であるレーザビームを可動体に取り付けた移動鏡に垂直に入射させるとともに、ステージのベース部と固定的に連結された部分に取り付けられた固定鏡にも垂直にレーザビーム（平行光束）を入射し、移動鏡と固定鏡とのそれぞれで反射したビームを干渉させ、その干渉縞（フリンジ）の変化を光電検出するものである。

【0025】したがって、ステージが移動するとレーザ

ビームの波長と移動量とに応じてフリンジの明暗が繰り返し変化し、このとき得られる光電信号（正弦波状）をデジタルパルスに変換してカウンタで計測することでステージの位置を求めることができる。なお、レーザ干渉計IFMとして、いわゆる周波数変調型の干渉計を用いても構わない。該周波数変調型の干渉計は、移動鏡、固定鏡のそれぞれに向かうレーザビームに一定の周波数差をもたせ、移動鏡、固定鏡のそれぞれからの反射ビームを干渉させて光電検出したときに得られるビート信号（差周波数）の位相推移からステージの移動量を計測するものである。

【0026】本実施形態では、図1に示すように、レーザ干渉計IFMからの光ビームは、ウエハステージWSTに固定された移動鏡MSに投射され、レーザ干渉計IFMからのもう1本の光ビームは投影光学系PLの鏡筒下部に固定された固定鏡（参照鏡）MRに投射される。移動鏡MSは、ウエハステージWSTが図1の左右方向に移動するときの被測定鏡となるもので、移動鏡MSの反射面は、図1の紙面と垂直な方向に細長く形成されている。

【0027】また、レーザ干渉計IFMは、固定鏡MRからの反射した光ビームと移動鏡MSからの反射した光ビームとをビームスプリッタBSで合成させ、その干渉ビームを受光する光電検出器と、その光電信号に基づいてアップダウンパルスを出力するパルスコンバータ等を含んでいる。このパルスコンバータからのアップダウンパルスはステージ制御系STD内のアップダウンカウンタで可逆計数され、ウエハステージWSTの位置が計測される。

【0028】さらに、ステージ制御系STDは、ウエハステージWSTを駆動するモータMTに対する出力信号を、アップダウンカウンタによる計測位置に応じて適宜制御する。ステージ制御系STDは、主制御系MCSから出力される位置決め目標値（座標値）を受信すると、レーザ干渉計IFMで検出されアップダウンカウンタで計数されるウエハステージWSTの現在位置が、その目標値と一定の許容範囲で一致するようにウエハステージWSTを移動させる。

【0029】また、この露光装置の少なくとも各光学系、各ステージおよび各干渉計は、チャンバCH内に収納されている。該チャンバCHは、図3に示すように、隔壁1で収容する部分と外部とを区画し、隔壁1には、チャンバCH内の空気を循環する空気循環系を構成する循環ダクト2が設けられている。

【0030】また、隔壁1には、外調機3に接続された吸い込みダクト4および吹き出しダクト5とが循環ダクト2を介して接続されている。なお、外調機3は、供給量を調整しながら吹き出しダクト5に外気を供給するものである。さらに、チャンバCHには、フィルタ6および排気板7が互いに別々の内側面に設けられ、フィルタ

6の後方には、クーラ8、ヒータ9、循環ファン10がこの順に循環ダクト2に接続されて設置されている。

【0031】すなわち、外調機3からの空気および循環ダクト2内の空気を、循環ファン10によってクーラ8およびヒータ9側に吸い込み、これらによって空気の湿度および温度を制御し、この空気を循環ファン10によってフィルタ6を通してチャンバCH内に供給している。この空気は、チャンバCH内から排気板7を介して循環ダクト2および吸い込みダクト4に排出され、循環ダクト2を流通する空気は、再び循環ファン10によってチャンバCH内に戻されるとともに、吸い込みダクト4を流通する空気は外調機3に戻される。

【0032】チャンバCH内には、外部の内気圧センサ（チャンバ気圧センサ）S1に接続された内気圧導入部11が設けられているとともに、隔壁1外に、外気圧センサS2に接続された外気圧導入部12が設けられている。すなわち、チャンバCH内外の気圧は、内気圧導入部11および外気圧導入部12を介して内気圧センサS1および外気圧センサS2がそれぞれ検出可能とされている。

【0033】これら内気圧センサS1および外気圧センサS2で検出された気圧信号は、主制御系MCSへ送信される。なお、内気圧導入部11はパイプで構成され、その開口端11aはチャンバCH内の空気の流れによる動圧の影響が生じないように、その向きが配されているとともに、光ビームの光路Lの周囲に配されている。

【0034】主制御系MCSは、内気圧センサS1および外気圧センサS2からの内気圧および外気圧の気圧信号に基づいて、チャンバCHの内気圧が外気圧に対して所定圧だけ高い設定気圧を保持するように外調機3内の外気導入用のバルブの開閉を制御する。

【0035】この制御方法は、外気圧センサS2による外気圧を主制御系MCS内の信号変換器（図示略）で外気圧の短時間の変動に対して長期的に平らな圧力値を算出するとともに、その圧力値に対して所定圧加算して設定気圧を作成する。そして、主制御系MCSは、測定された内気圧と求めた設定気圧との差圧に基づいて、外調機3を制御することによって、チャンバCHの内気圧における短周期変動が抑制される。

【0036】また、気圧制御装置APCは、チャンバCH内と異なる気圧に設定されチャンバCH内と連通する送風口（開口部）13を備えた加圧室（差圧室）14と、加圧室14内の気圧を測定する加圧室気圧センサ（差圧室気圧センサ）S3とを備えている。また、加圧室14内の気圧を変える気圧可変機構として、チャンバCHの外部に配され加圧室14内への空気の送風量を変えることができる可変送風ファン（可変送風源）15と、送風口13に設けられ該送風口13の開口面積を変える可変シャッタ16と、送風口13近傍の空気の流路14aに設けられ該流路14aの流路断面積を変える可

変バルブ17とを備えている。

【0037】これら可変送風ファン15、可変シャッタ16および可変バルブ17は、主制御系MCSに接続されて制御される。すなわち、これらで構成される気圧可変機構によって、内気圧と加圧室14内の気圧との差圧を制御することにより、送風口13からの送風（空気の流速、送風量）が調整可能となっている。送風口13は、光ビームの光路Lに対して垂直に空気が流れるように配置され、光路Lに沿って設けられている。なお、光路Lの気流の流れを、光ビームの進行方向に対して水平方向または垂直方向に均一に制御することにより、光路L上の空気揺らぎが低減される。

【0038】前記可変送風ファン15は、一端側が送風ダクト18を介して加圧室14に接続され、他端側が加圧室14に外気を導入する外気導入電磁バルブ19に接続されている。なお、送風ダクト18は、加圧空気循環量を調整するための調整用ダンパ20を介して循環ダクト2に接続されている。前記可変シャッタ16は、送風口13から均一な送風を行うために複数の回転可能な羽根部材で構成され、これら羽根部材の回転角を調整することにより、送風口13の開口面積が制御できるようになっている。

【0039】前記加圧室気圧センサS3は、チャンバCHの外部に設けられているとともに、パイプで構成された加圧室気圧導入部21に接続され、該加圧室気圧導入部21は、その先端の開口端21aが加圧室14内に配されている。この加圧室気圧センサS3は、加圧室気圧導入部21を介して検出した加圧室14の気圧信号を、接続された主制御系MCSへ送信するように設定されている。

【0040】なお、図2は、大気中の環境変化で変化するレーザ波長を補正する方式であって真空にされた光路と大気中の光路との2系統の干渉計で構成されたトラック方式のレーザ計測装置LMの全体構成を示すものである。このレーザ計測装置LMでは、レーザ光源LHからの光ビーム（レーザ光）をビームスプリッタBSによって波長トラッカー22および一対の干渉計IFMへ分岐させ、各干渉計IFMからウエハステージWSTのX方向用およびY方向用の各移動鏡MSに光ビームを投射するようにしている（符号23は、光電検出器）。図2中の斜線領域には、各領域内の光ビームの光路Lにおける空気揺らぎを緩和するように送風口13がそれぞれ配置される。

【0041】この気圧制御装置APCによる光ビームの光路L上の気圧制御方法について、以下に説明する。

【0042】まず、光路L周囲の内気圧が変動すると、該内気圧の変動量が内気圧センサS1で検出されて主制御部MCSに送られる。一方、このときの加圧室14内の気圧も加圧室気圧センサS3によって検出されて主制御部MCSに送られる。そして、主制御部MCSは、検

出された内気圧および加圧室 14 内の気圧に基づいて、送風口 13 からの空気の送風量を調整する。

【0043】すなわち、主制御系 M C S は、加圧室気圧センサ S 3 で測定した加圧室 14 内の気圧と内気圧センサ S 2 で測定したチャンバ C H 内の気圧との差圧が一定になるように、可変送風ファン 15 の回転数、可変シャッタ 16 による送風口 13 の開口量および可変バルブ 17 による流路 14 a の流路断面積の少なくとも一つを調整する。

【0044】例えば、加圧室 14 内とチャンバ C H 内との気圧勾配を、光路 L に吹きかけるために最適な送風量 0.3 mm/sec になるように加圧室 14 内が加圧される。すなわち、送風口 13 において気圧差を生じさせることにより、チャンバ C H 内部に送風ファン等を設置せずに適切な送風が可能になる。これによって、送風口 13 からの送風量が調整され、光路 L 周囲を流れる空気流（気体流）の流速が変化し、それに伴って光路 L 上の気圧が制御され、一定に保持される。

【0045】このように、本実施形態では、外調機 3 を制御することによって、チャンバ C H の内気圧における短周期変動を抑制するとともに、気圧制御装置 A P C によって、レーザ計測装置 L M で使用する光ビームの光路 L 周囲における気圧変動に応じて、光路 L 周囲を流れる空気流の流速を調整し、光路 L 上の気圧を安定化することができる。また、加圧室 14 とチャンバ C H 内との気圧勾配によって、光路 L 上に適切な送風量の空気を吹き付けることができるため、チャンバ C H 内に光路 L に空気を吹き付けるためのファンを設ける必要が無く、電気処理系の発熱、ファンに起因する雑音や空気揺らぎを緩和、低減することができる。

【0046】したがって、光ビーム光路上の気圧変動による非線形誤差を低減でき、座標測定再現精度を 2 nm (3σ) 未満に抑えることが可能となり、安定した測定環境が得られるとともに、より高精度なウエハステージ W S T の座標計測ができるとともに、正確な位置決めにより露光精度を向上させることができる。

【0047】なお、本発明は、次のような実施形態をも含むものである。上記実施形態では、気圧制御装置 A P C をウエハステージ W S T の座標計測用レーザ計測装置 L M に用いたが、レチクルステージ R S T の座標計測やアライメント系に使用される光ビームの光路上の気圧制御用として採用しても構わない。

【0048】光路 L の周囲の空気を送風するとともに、チャンバ C H 内の気圧の変動量に基づいて送風量を変えて光路 L 上の気圧を一定にしたが、逆に光路 L の周囲の空気を吸引するとともに、チャンバ C H 内の気圧の変動量に基づいて吸引量を変えて光路 L 上の気圧を一定にしてもよい。この場合、加圧室の代わりに減圧室を設けるとともに、可変送風ファンの代わりに空気の吸引量を変えられる可変吸引源として、減圧室内の空気を

吸引して外部に排出する可変吸引ファン等を用いればよい。なお、このときは、吸引される空気流の方向性を高めるために、流れに沿った仕切板等を光ビームの光路近傍に設けてもよい。また、チャンバ C H 内の気圧を検出する場合、光路 L の近傍の気圧を測定することが望ましい。

【0049】上記実施形態では、光ビームの光路 L 近傍に送風口 13 だけを配して光路 L 上に空気を吹きつけているが、例えば特開平 5-283313 号公報に記載されている位置計測装置のように光路を覆うカバーを用い、該カバー内に上記加圧室の送風口を設けてもよい。

【0050】上記実施形態における気圧制御では、加圧室の気圧およびチャンバ内の気圧の両方を測定して加圧室の気圧とチャンバ内の気圧との差圧が一定になるように、加圧室内を加圧したが、チャンバ内の気圧だけを測定し、この気圧に一定のオフセット気圧を加算して求めた気圧になるように、予め設定された条件に従い可変送風ファン等を制御して加圧室内を加圧することにより、送風口からの送風量を制御しても構わない。

【0051】上記実施形態の露光装置として、投影光学系を用いることなくレチクルの代わりにマスクと基板とを密接させてマスクのパターンを露光するプロキシミティ露光装置にも適用することができる。露光装置の用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するための露光装置にも広く適用できる。

【0052】以上のように、本願実施例の気圧制御装置及び露光装置は、本願特許請求の範囲(claims)に挙げられた各構成要素(elements)を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組立の前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0053】半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、前述した実施形態の露光装置によりレ

チクルのパターンをウエハに露光するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば、以下の効果を奏する。
請求項1記載の気圧制御方法によれば、光路周囲の気圧の変動に応じて、光路周囲を流れる気体流の流速を調整、変化させることにより、光路上の気体流の流速を制御でき、それに伴って光路上の気圧を高精度に制御することができる。これによって、気圧変動が光ビームに与える影響を抑制することが可能となる。

【0055】請求項2記載の気圧制御方法によれば、光ビームがチャンバ内に配置された可動部の移動量又は位置を計測する位置計測装置の測定用ビームであり、気体流の流速が、チャンバ内に設けた気圧センサの測定値に基づいて調整されるので、気圧センサでチャンバ内の気圧変動を実測することにより、測定用ビームの光路上の気圧変動を高精度に抑制できるとともに、位置計測装置の座標測定再現精度を向上させることができる。

【0056】請求項3記載の気圧制御方法および請求項4記載の気圧制御装置によれば、光路の周囲の気体を送風または吸引するとともに、チャンバ内の気圧の変動量に基づいて気体の送風量又は吸引量を制御するので、チャンバ内全体の気圧を一定に制御しようとする場合に比べて、高精度かつ簡易に光路上の気圧を一定に保持することができる。

【0057】請求項5記載の気圧制御装置によれば、制御機構が、差圧室気圧センサで測定した差圧室内の気圧とチャンバ気圧センサで測定したチャンバ内の気圧との差圧が一定になるように気圧可変機構を制御するので、チャンバ内の気圧が変動しても上記差圧が一定に制御されることによって、送風量または吸引量が適切に調整され、常に光路上の気圧を一定に制御することができる。

【0058】請求項6記載の気圧制御装置によれば、気圧可変機構が、チャンバの外部に配され差圧室内への気体の送風量を変えることができる可変送風源または差圧室内からの気体の吸引量を変えることができる可変吸引源を備えているので、可変送風源または可変吸引源が差圧室内またはチャンバ内に配されている場合に比べて、これらによる雑音や熱的な影響が少なく、より安定した環境で気圧制御が可能となる。

【0059】請求項7記載の気圧制御装置によれば、気圧可変機構が、差圧室の開口部に設けられ該開口部の開口面積を変える可変シャッタまたは開口部近傍の気体の

流路に設けられ該流路の流路断面積を変える可変バルブの少なくとも一方を備えているので、簡便な構成によって差圧室の気圧を高精度に調整することができる。

【0060】請求項8記載のレーザ計測装置によれば、請求項4から7のいずれかに記載の気圧制御装置を備えているので、光ビームの光路上における気圧変動が抑制されてレーザ光による高精度な位置計測を行うことが可能になる。

【0061】請求項9記載の露光装置によれば、マスクステージまたは基板ステージの少なくとも一方の位置を計測する請求項8記載のレーザ計測装置を備えているので、気圧変動の弊鏡が抑制されてマスクまたは基板を高精度に座標測定および位置決めすることができ、露光精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る気圧制御方法および装置、これを用いたレーザ計測装置および露光装置の一実施形態における露光装置を示す概略的な全体構成図である。

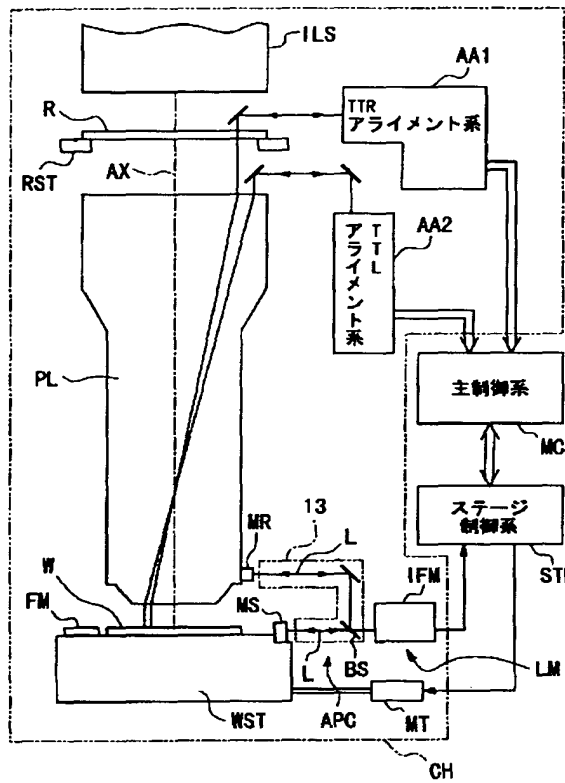
【図2】 本発明に係る気圧制御方法および装置、これを用いたレーザ計測装置および露光装置の一実施形態における波長トラッカー方式のレーザ計測装置を示す全体構成図である。

【図3】 本発明に係る気圧制御方法および装置、これを用いたレーザ計測装置および露光装置の一実施形態におけるチャンバおよび気圧制御装置を示す概略構成図である。

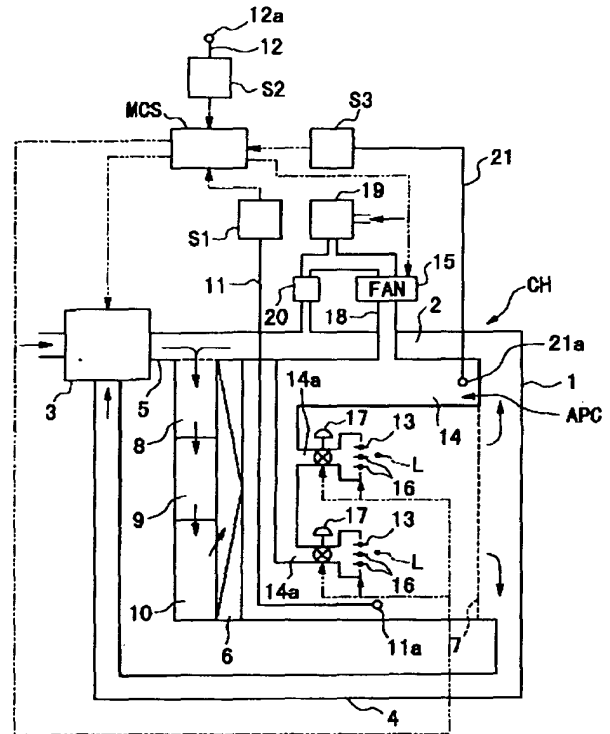
【符号の説明】

- 14 加圧室（差圧室）
- 15 可変送風ファン
- 13 可変シャッタ
- 17 可変バルブ
- A P C 気圧制御装置
- C H チャンバ
- L 光ビームの光路
- L M レーザ計測装置（位置計測装置）
- M C S 主制御系（制御機構）
- P L 投影光学系（基準部）
- S 1 外気圧センサ
- S 2 内気圧センサ（チャンバ気圧センサ）
- S 3 加圧室気圧センサ（差圧室気圧センサ）
- R S T レチクルステージ
- R レチクル（マスク）
- W ウエハ（基板）
- W S T ウエハステージ（計測対象物、可動部）

【図 1】



【図 3】



【図 2】

